

элементов реальности, взаимодействие с природой, обществом, культурой, государством; открытость общества, пассионарность, творчество [4]. Нарушение природного процесса развития человека ведёт к тому, что не в развитии индивида не достигаются цели природы и что результат, полученный в условиях искусственной среды, станет тупиковой ветвью, не дающий дальнейшего развития. Становится возможным воспитать человека так, что он станет «разовым» элементом, не включённым в диалектику развития. Наибольшее, чего может достичь система воспитания – это изучение природы, доверенных ей индивидов и, по возможности, максимального согласования целей воспитательной системы с природой воспитуемых.

Свободное воспитание становится источником реализации природных возможностей человека и источником знаний о человеке. Для исследователя реальность «образования человека» имеет ту особенность, что он может напрямую, без приборов устанавливать контакт с объектом исследования, настроив своего «воспитанника» на саморефлексию, самопознание, получая от него самые достоверные знания о природе «объекта» [5]. В своё время философы ставили в упрёк Максиму Борну его допущение существования физической реальности вне человека [6]. Отличие такого объекта как «образование человека» в отличие от объекта исследований в естествознании состоит в том, что нельзя сказать, что исследователь изучает исключительно внешний по отношению к нему мир, мир реальности, отделенный от него опытом. В изучении образования человека опыт не разделяет, а объединяет исследователя и предмет исследования. Исследование природы человека, связанное с раскрытием её в процессе образования есть, в то же время, элемент познания всеобщей природы.

Несмотря на то, что современная цивилизация имеет внушительные завоевания в естествознании, без аналогично значимых знаний о человеке эти завоевания теряют свою ценность.

Человеку-исследователю необходимо целостное знание. Науки – физика, астрономия, геология служат для создания картины мира на основе синтетических, апостериорных суждений [1]. А далее? Как вписать человека в эту физическую реальность, в имеющуюся картину мира. «Я считаю установление универсальной формулы Лапласа действительно оправданным идеалом ... Теоретики XIX века верили в эту более или менее ясно выраженную цель и на пути к её выполнению достигли поразительных успехов» [2, с. 130]. К такому выводу пришли в естествознании: у природы нет единой цели, но есть единые законы. Эти законы настолько компактны, что их исследование побуждает учёных к поиску одной единственной *универсальной формулы*. Не исключен из этого единства и человек и процесс его образования. Наблюдающий себя, рефлексирующий человек при изучении себя, своего собственного развития имеет наиболее верный источник знаний о всеобщем развитии природы.

#### Список литературы

1. Борн М. Границы физической картины мира // Физика в жизни моего поколения. – М., 1963. – С. 411-440.
2. Борн М. Физика в жизни моего поколения. – М., 1963.
3. Кузнецова А.Я. Интеллект, интеллектуальный капитал и самопознание // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 1. – С. 142-143.
4. Кузнецова А.Я. Образование как становление духовного человека // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11-2. – С. 478-482.
5. Кузнецова А.Я. Рефлексивный характер развития интеллекта // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 5-1. – С. 131.
6. Суворов С. Макс Борн и его философские взгляды // Борн М. Физика в жизни моего поколения. – М., 1963. – С. 465-534.

### «Производственные технологии», Италия (Рим, Флоренция), 6–13 сентября 2016 г.

#### Технические науки

#### К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ КИНЕТИКИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНОАКТИВАТОРАХ (ЭММА)

Беззубцева М.М.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский  
государственный аграрный университет»,  
Санкт-Петербург, e-mail: mysnegana@mail.ru

Коэффициенты уравнения кинетики процесса измельчения материалов в ЭММА [1, 2] могут быть определены аналитическим путем

по двум точкам кинетической кривой, т.е. по двум значениям «остатков»  $R_{\delta_{30}}$  и  $R_{\delta_{10}}$  [3] при времени обработки  $t_2 = 2t_1$ :

$$\left. \begin{aligned} R_{\delta_{30(1)}} &= \frac{R_{\delta H} K_I}{e^{K_H K_a t_1} + K_H - 1}; R_{\delta_{10(1)}} = \frac{R_{\delta H} K_I}{e^{K_H K_a t_1} + K_H - 1}; \\ R_{\delta_{30(2)}} &= \frac{R_{\delta H} K_I}{e^{K_H K_a t_2} + K_H - 1}; R_{\delta_{10(2)}} = \frac{R_{\delta H} K_I}{e^{K_H K_a t_2} + K_H - 1} \end{aligned} \right\}$$

Решение этой системы дает следующее значение коэффициентов уравнения кинетики:

$$K_H = \frac{1 + R_{\delta H} \left( \frac{1}{R_{\delta_{30,10(2)}}} - \frac{1}{R_{\delta_{30,10(1)}}} \right)}{\left( \frac{R_{\delta H}}{R_{\delta_{30,10(1)}}} - 1 \right)^2}$$

$$K_a = \frac{\ln \left( \frac{R_{\delta H} K_H}{R_{\delta_{30,10}}} - K_H + 1 \right)}{K_H t}$$

Используя кинетические кривые процесса измельчения, могут быть определены коэффициенты  $K_H$  и  $K_a$  и составлены уравнения кинетики, описывающие содержание контролируемых фракций в продукте в любой момент времени обработки. При этом на основании принципа независимости измельчения компонентов, зная кинетику измельчения этих компонентов [4], можно составить уравнение кинетики измельчения их смеси. «Остатки» фракций размером более 30 и 10 мкм при измельчении компонентов (например, шоколадных масс) определены как сумма «остатков» отдельных компонентов с учетом их доли в смеси:

$$R_{\delta_{cm}} = \frac{\beta K_{ic} R_{\delta H(c)}}{e^{K_{ic} K_{ac} t} + K_{ic} - 1} + \frac{(1 - \beta) K_H R_{\delta H(k)}}{e^{K_{ic} K_{kt}} + K_{ic} - 1}$$

здесь  $R_{\delta_{cm}}$  – «остаток» неизмельченного материала по контролируемому размеру фракций смеси компонентов;  $\beta$  – содержание первого компонента в смеси, доли ед.;  $(1 - \beta)$  – содержание второго компонента в смеси, доли ед.

#### Список литературы

1. Беззубцева М.М., Обухов К.Н. Электромагнитный способ снижения энергоемкости продукции на стадии измельчения // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – № 8-3. – С. 399-400.
2. Беззубцева М.М. Научное обоснование внедрения импортзамещающего способа электромагнитной механоактивации в аппаратно-технологические системы шоколадного производства // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 5-3. – С. 351-352.
3. Беззубцева М.М. К вопросу интенсификации процесса измельчения продуктов // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 5-3. – С. 356-357.
4. Беззубцева М.М. Исследование процесса диспергирования продуктов шоколадного производства с использованием электромагнитного способа механоактивации // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 5-2. – С. 78-79.

### К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА КРИОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ МЕХАНОАКТИВАТОРАХ

Беззубцева М.М.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,  
Санкт-Петербург, e-mail: mysnegana@mail.ru

Для термолабильных продуктов с низкими температурами размягчения (пряности, шоко-

лад, эфирно-масляное растительное сырье и др.) целесообразно использовать в аппаратно-технологических процессах электромагнитной механоактивации криоизмельчение [1, 2, 3]. При охлаждении эти продукты «охрупчиваются», что способствует их эффективному разрушению под действием внешней нагрузки при значительном снижении энергозатрат. В результате исследований выявлены основные достоинства диспергирования с использованием криотехнологий: снижение времени производственного цикла, улучшение качественных показателей готовых изделий, ресурсо- и энергосбережение. Использован жидкий азот. Основные свойства – инертность, низкая температура и высокие термодинамическими свойствами. Выбран способ орошения. При моделировании замораживания использованы классические алгоритмы расчета. Количество вымороженной из продукта воды

$$\omega = \frac{G_l}{G_H}$$

здесь  $G_l$  – масса льда;  $G_H$  – начальная масса воды.

Величина  $\omega$  по мере снижения температуры до криоскопической ткр изменяется в пределах от 0 до 1 и может быть вычислена по формуле

$$\omega = \left( 1 - b \frac{1 - W}{W} \right) \left( 1 - \frac{t_{kp}}{t} \right)$$

здесь  $b = 0,08 - 0,352$  кг/кг – содержание прочно связанной воды на единицу массы сухого вещества в исследуемых продуктах растительного происхождения, кг/кг;  $W$  – начальное содержание влаги в продукте.

Уравнение теплопроводности для сферической частицы имеет вид

$$c\rho \frac{\partial t}{\partial r} = \frac{\partial}{\partial r} \left( \lambda \frac{\partial t}{\partial r} \right) + \frac{2\lambda}{r} \frac{\partial t}{\partial r}$$

здесь  $c$  – теплоемкость, Дж/кг·К;  $\rho$  – плотность, кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda$  – теплопроводность, Вт/м·К.

Теплоемкость до начала замораживания ( $t > t_{kp}$ ) определена по формуле  $c = c_c (1 - W) + c_w W$  ( $c_c$ ,  $c_w$  – теплоемкости сухой массы и воды, соответственно, Дж/кг·К). Теплота фазового перехода учтена как дополнительная теплоемкость и определена соотношением

$$c = c_c (1 - W) + c_w \omega W + c_w \omega (1 - W) + W_r \frac{\partial \omega}{\partial t}$$

здесь  $W_r$  – теплота кристаллизации воды, кДж/кг.

Скорость замораживания выражена как линейная скорость движения границы раздела фаз:

$$\frac{dr}{dt} = \frac{q_s \cdot \rho \cdot (t_{kp} - t_c)}{\left( \frac{r}{\lambda_{np}} + \frac{1}{\alpha} \right)}$$